

ROLLING METHOD AND ROLLING MILL FOR SHEET MATERIAL

Patent Number: JP62151203
Publication date: 1987-07-06
Inventor(s): KATAOKA KENJI; others: 01
Applicant(s):: KAWASAKI STEEL CORP
Requested Patent: ☐ JP62151203
Application Number: JP19850290756 19851225
Priority Number(s):
IPC Classification: B21B1/22 ; B21B13/14
EC Classification:
Equivalents: JP1685694C, JP3051481B

Abstract

PURPOSE:To make roll wear uniform by rolling a material to be rolled with the roll disposition in which the length from the transverse center of the material to be rolled up to the convergent grinding boundary of work rolls is made equal to the length from the transverse center of said material up to the convergent grinding boundary of intermediate rolls.

CONSTITUTION:The work rolls 1A, 1B are moved in the directions opposite from each other and the intermediate rolls 2A, 2B are moved in the directions opposite from the moving directions of the work rolls 1A, 1B respectively in contact with said rolls. The rolls are set in such disposition in which the length X1 from the transverse center C of the material 19 to be rolled up to the boundary 20 in the convergent grinding part 4 of the work roll 1A(1B) and the length X2 similarly up to the boundary 21 of the convergent grinding part 5 of the intermediate roll 2A(2B) are made equal ($x1=x2$). The contact pressure is thereby decreased and the distribution thereof is made uniform, by which the roll wear is made uniform.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平3-51481

⑮ Int. Cl. ³B 21 B 1/22
13/14

識別記号

K
F
G

庁内整理番号

7147-4E
8719-4E
8719-4E

⑭公告 平成3年(1991)8月7日

発明の数 2 (全8頁)

⑯発明の名称 板材の圧延方法

⑰特 願 昭60-290756

⑱公 開 昭62-151203

⑲出 願 昭60(1985)12月25日

⑳昭62(1987)7月6日

⑳発 明 者 片 岡 健 二 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

㉑発 明 者 北 村 邦 雄 千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

㉒出 願 人 川崎製鉄株式会社 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

㉓代 理 人 弁理士 杉村 暁秀 外1名

審 査 官 亀 松 宏

㉔参考文献 特開 昭48-65153 (JP, A) 特開 昭56-148405 (JP, A)

特開 昭59-110401 (JP, A)

1

⑳特許請求の範囲

1 片側端に先細り研削を施した各上下1対のワークロールおよび中間ロールを、1対の補強ロールの間に中間ロール、ワークロール、ワークロールおよび中間ロールの順に該先細り研削の交互配置にて組込み、

上記ワークロールおよび中間ロールを互いに逆方向へ軸方向に移動させて被圧延材の板幅端を先細り研削端の内側に位置させ、さらに被圧延材の板幅中心からワークロールの先細り研削境界までの長さ、板幅中心から中間ロール先細り研削境界までの長さ、板幅中心から中間ロール先細り研削境界までの長さとなるロール配置にて圧延を行うことを特徴とする板材の圧延方法。

2 片側端に先細り研削を施した各上下1対のワークロールおよび中間ロールを、1対の補強ロールの間に中間ロール、ワークロール、ワークロールおよび中間ロールの順に該先細り研削の交互配置にて組込み、

上記ワークロールおよび中間ロールを互いに逆方向へ軸方向に移動させて被圧延材の板幅端を先細り研削端の内側に位置させ、さらに被圧延材の板幅中心からワークロールの先細り研削境界までの長さ、板幅中心から中間ロールの先細り研削

2

境界までの長さとなるロール配置にし、ワークロールをサイクリックシフトさせることを特徴とする板材の圧延方法。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

鋼板に代表される金属板材の圧延において、ワークロールと補強ロールとの間に中間ロールを備える6段圧延機を用いる板材の圧延に関してこの明細書では、ワークロールと中間ロールとの間に発生する接触圧力の軽減を有利に図る圧延方法、についての開発研究の成果を述べる。

近年、板材の厚み精度および平坦度を適正に保つ圧延が望まれている。

板材の幅方向の厚み分布(板プロフィール)又は平坦度の不良の発生原因には、

- (1) 圧延機のロールに撓みおよびへん平変形などの弾性変形を生じること、
- (2) 圧延の進行に従つてワークロールの板材と接触している部分が摩耗すること、
- (3) 板材自身の熱あるいは圧延時に生じる熱によるロールの膨張(サーマルクラウン)に起因してロール胴長に沿う直径(ロールプロフィール)が変化すること、

などが挙げられる。

上記発生原因をふまえて板プロファイルおよび平坦度の悪化を回避するようにした圧延機、例えば6段圧延機が開発されている。

(従来の技術)

6段圧延機は、ワークロールと補強ロールの間に両ロールに接つする中間ロールを備える上下3対の圧延機であり、中間ロールを互いに逆方向へ軸方向に移動させることによりワークロールの垂直方向の曲げの拘束を減らし、ワークロールベンダーの効果を増大させ板プロファイルおよび平坦度を適正に保つとともに、圧延荷重変化に伴う板プロファイルおよび平坦度の変化を抑制する。

また特公昭51-7635号公報には、中間ロールとともにワークロールも軸方向に移動させて板プロファイル適正化の効果を高めることについて開示されている。

すなわち中間ロールおよびワークロールとともに被圧延材の板幅端部の近傍まで移動するか又は、中間ロールは板プロファイルおよび平坦度の適正化の観点から適当な位置に固定し、ワークロールはロール摩耗やサーマルクラウンを軽減するために適宜に移動させる。この操作によつてロールのプロファイル変化を抑制し、通常行う板幅規制、例えば幅の広いものから狭いものの順で圧延を行い幅戻りを行わないこと、同じ幅の材料の継続圧延量を制限すること、を緩和する効果は大きい。

以上のように6段圧延機には有効な使い方が種々あるが、各ロール間の接触圧力がロールの移動によつて極端に高くなることがある。とりわけ近年要望の強い強圧下圧延および難圧延材の薄板圧延の場合は圧延荷重が大きくなるため、ロール間の接触圧力が高まり、とくに中間ロール端部、これに接つするワークロールおよび補強ロールに肌荒れが生じ、またスポーリングが生じることもある。

(発明が解決しようとする問題点)

被圧延材の板プロファイルおよび平坦度の適正化のほか、ロール間の接触圧力の軽減によりロールプロファイルの制御を可能にする圧延方法を提供することが、この発明の目的である。

(問題点を解決するための手段)

この発明は、片側端に先細り研削を施した各上

下1対のワークロールおよび中間ロールを、1対の補強ロールの間に中間ロール、ワークロール、ワークロールおよび中間ロールの順に該先細り研削の交互配置にて組込み、上記ワークロールおよび中間ロールを互いに逆方向へ軸方向に移動させて被圧延材の板幅端を先細り研削端の内側に位置させ、被圧延材の板幅中心からワークロールの先細り研削境界までの長さ、板幅中心から中間ロールの先細り研削境界までの長さとが同等となるロール配置にて圧延を行うことを特徴とする板材の圧延方法、および片側端に先細り研削を施した各上下1対のワークロールおよび中間ロールを、1対の補強ロールの間に中間ロール、ワークロール、ワークロールおよび中間ロールの順に該先細り研削の交互配置にて組込み、上記ワークロールおよび中間ロールを互いに逆方向へ軸方向に移動させて被圧延材の板幅端を先細り研削端の内側に位置させ、被圧延材の板幅中心からワークロールの先細り研削境界までの長さ、板幅中心から中間ロールの先細り研削境界までの長さとが同等となるロール配置にし、ワークロールをサイクリックシフトさせることを特徴とする板材の圧延方法である。

さて第1図にこの発明に従う6段圧延機を示す。

6段圧延機は、上下1対のワークロール1A、1Bおよび中間ロール2A、2Bを補強ロール3A、3Bの間に中間ロール2A、ワークロール1A、ワークロール1Bおよび中間ロール2Aの順に配置したものである。

ワークロール1A、1Bはその片側端に先細り研削部4をそれぞれ備え、同様に中間ロール2A、2Bもその片側端に先細り研削部5を備え、これら先細り研削部4、5が交互配置となるようにワークロール1A、1Bおよび中間ロール2A、2Bを圧延機のミルハウジング6に組み込む。また組み込みに当り、ワークロール1A、1Bおよび中間ロール2A、2Bを軸方向にシフト移動させることができるようにする。

7、8は上、下のワークロール用ベアリングチャック、9、10はそれぞれ上、下ワークロール1A、1Bのスピンデルでありトルク伝達のためスプライン構造になっている。また11、12は中間ロール用ベアリングチャックである。

5

上、下のワークロール1A、1Bのロール軸方向への移動装置は図示を省略したが、ワークロール用ベアリングチョック7、8の周辺部に装備しても、スピンドル9、10の延長部たとえばギヤボックス周辺部に装備してもよく、移動方式は液圧方式でも伝動方式でも磁力方式のいずれでもよい。

13はワークロール1A、1Bのバランス装置またはインクリーズ用のロールベンディング装置であり、14はデクリーズ用のロールベンディング装置である。15、16は上、下ワークロール1A、1Bの補強ロール用チョックであり、17はベアリング、18は圧下スクリューである。

なおこの例では作業ロール駆動方式の場合を示しているが、駆動方式は中間ロール又は補強ロール駆動でも良く、また上、下作業ロールの先細り研削域の左右関係はこの例と逆でも良い。

被圧延材19を圧延するに際し、ワークロール1A、1Bを互いに逆方向に移動させるとともに、中間ロール2A、2Bをそれぞれ接するワークロール1A、1Bの移動方向とは逆方向に移動させ、被圧延材19の板幅中心Cからワークロール1A(1B)の先細り研削部4の境界20までの長さ X_1 と、同様に中間ロール2A(2B)の先細り研削部5の境界21までの長さ X_2 とが同等($X_1=X_2$)となるロール配置に設定する。

また上記ロール配置からワークロール1A、1Bのみを所定の移動範囲内で循環移動(サイクリックシフト)させれば、幅もどり圧延を有利に達成できる。

(作用)

次にワークロールおよび中間ロール間に発生する接触圧力とロール配置について述べる。

ところで被圧延材19の板幅中心は補強ロール3A、3Bの胴長中心に一致させるのが一般的であるため、上記長さ X_1 および X_2 を、補強ロール3A、3Bの端部からワークロール1A、1Bの先細り研削部境界20までの長さ X_1 および同様に中間ロール2A、2Bの先細り研削部境界21までの長さ x_2 に置き換えることができる。ここに上記補強ロール3A、3Bから先細り研削部境界20又は21までの長さをシフト量といい、したがって $X_1=X_2$ であるロール配置を実現するにはシフト量 x_1 とシフト量 x_2 とを同等にすればよいこ

6

とになり、以下シフト量 x_1 、 x_2 とロール間の接触圧力との関係を説明する。

まずワークロールと中間ロール間および中間ロールと補強ロール間の接触線圧の胴長方向分布を直線に近似させると、第1図における各ロール間での接触部B、D、EおよびG点での線圧は下記式により表わされる。

記

B点での線圧 P_B

$$P_B = \frac{F}{B_R} \cdot \frac{1 - 4Z_1 + 4Z_1Z_2 - 2Z_2^2 + 2Z_1^2}{(1 - 2Z_1)(1 - 2Z_2)(1 - Z_1 - Z_2)} \quad \text{.....(1)}$$

D点での線圧 P_D

$$P_D = \frac{F}{B_R} \cdot \frac{1 - 4Z_2 + 4Z_1Z_2 + 2Z_2^2 - 2Z_1^2}{(1 - 2Z_1)(1 - 2Z_2)(1 - Z_1 - Z_2)} \quad \text{.....(2)}$$

E点での線圧 P_E

$$P_E = \frac{F}{B_R} \cdot \frac{1 - 2Z_2^2}{(1 - Z_2)(1 - 2Z_2)} \quad \text{.....(3)}$$

G点での線圧 P_G

$$P_G = \frac{F}{B_R} \cdot \frac{1 - 4Z_2 + 2Z_2^2}{(1 - Z_2)(1 - 2Z_2)} \quad \text{.....(4)}$$

ただし

F: 圧延荷重

B_R : ロール胴長

x_1 : ワークロールのシフト量

x_2 : 中間ロールのシフト量

Z_1 : ワークロールのシフト率 ($=X_1/B_R$)

Z_2 : 中間ロールのシフト率 ($=X_2/B_R$)

上記(1)~(4)を用いて、ワークロールのシフト率を $Z_1=0.1$ と一定にし中間ロールのシフト率 Z_2 を0~0.2の範囲に変化させたときのワークロールと中間ロール間および中間ロールと補強ロール間の線圧分布を調べた結果を第2図に示す。なお圧延荷重F: 1300ton、ワーク、中間、補強ロール胴長 B_R : 1420mmである。

同図から $Z_2=0.1=Z_1$ のとき、すなわちシフト量を一致させれば、ワークロールと中間ロール間の線圧分布(B_0D_2)を均一化できることがわかる。

一方中間ロールと補強ロール間の線圧分布は、 Z_2 の増加とともに大きな変化を示し、 $Z_2=0$ のと

きに線圧分布が均一化している。

しかしながら通常ロール間の接触圧力を考える場合、中間ロールと補強ロール間よりもワークロールと中間ロール間の方が以下のように高い接触圧力を示すため、ワークロールと中間ロール間の接触圧力を制御し、中間ロールと補強ロール間の接触圧力は必要に応じてチェックすればよい。

第1図におけるB点とE点での線圧を比較すると第2図に示したように、E点がわずかに高い値となつてはいるが、圧延に伴う摩耗や疲労を考慮すると接触圧力をヘルツ圧力として評価する必要がある。

線圧Pとヘルツ圧力 P_{HZ} との関係は、

$$P_{HZ} \propto \sqrt{\frac{P}{D_R}}$$

$$\text{但し } \frac{1}{D_R} = \frac{D_1 + D_2}{D_1 \cdot D_2}$$

ここで D_1 ：ワークロール径（又は中間ロール径）

D_2 ：中間ロール径（又は補強ロール径）である。

例えばワークロール径：400mm、中間ロール径：500mmおよび補強ロール径：1350mmのとき、ワークロールと中間ロールとの接触での

$1/D_R = 4.5 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}$ 、中間ロールと補強ロールとの接触での $1/D_R = 2.74 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}$ となり、仮に同じ線圧であつてもヘルツ圧力では中間ロールと補強ロール間の圧力の方が約40%程度小さくなる。したがってロール間の接触圧力の制御は、主としてワークロールと中間ロール間で行うのが有利で、中間ロールと補強ロール間は必要に応じてチェックすればよい。

ここで再び第2図におけるワークロールと中間ロール間の線圧分布をみると、 $Z_2 = 0.10$ の前後でBDの傾きが逆転し、つまりB点とD点とでの線圧の大小関係が逆転している。 $Z_2 < 0.10$ ではB点での線圧がD点より低く、 $Z_2 > 0.10$ ではB点での線圧がD点より高くなる。すなわち接触圧力の最大値はB点またはD点で発生し、その発生状況はワークロールのシフト率が一定のときは中間ロールのシフト率 Z_2 、つまりシフト量に左右される。

さらにこのシフト量とワークロールおよび中間ロール間の線圧との関係について、第3図に示

す。第3図は、ワークロールをシフト量 x_1 ：300mmの範囲にて移動させたときのB点又はD点でのいずれか高い線圧を、中間ロールのシフト量が0、100、200mmのそれぞれの場合について調べたものである。

まずシフト量 $x_2 = 0$ のとき線圧はワークロールのシフト量 x_1 とともに曲線 A_0C_0 に沿つて変化する。 $x_2 = 100$ のときの線圧は $0 \leq x_1 < 100$ で曲線 A_1B_1 に沿つて減少して $x_1 = 100$ で最小となり、 $100 < x_1$ では曲線 B_1C_1 に沿つて増加する。 $x_2 = 200$ のときの線圧は、 $0 \leq x_1 < 200$ では曲線 A_2B_2 に沿つて減少して $x_1 = 200$ で最小となり、 $200 < x_1$ では曲線 B_2C_2 に沿つて増加する。

したがって最大線圧が最小となるのは、 $x_2 = 100$ では $x_1 = 100$ 、 $x_2 = 200$ では $x_1 = 200$ ときであることがわかる。そこでさらに $x_1 = x_2$ としたときの線圧をプロットして第3図に点線で示した。同図から明らかなように、ワークロールと中間ロールとを同一シフト量としたときに、最大線圧が最も小さくなる。

また各ロールに先細り研削を片側端に施しかつ該先細り研削を交互配置としたのは、エッジドロップ制御のほか、ワークロールの胴端部における中間ロールとの接触圧力が小さくなつて余分な曲げモーメントがワークロールに作用しなくなつてワークロールの撓みが減少し、さらにワークロールの先細り研削と中間ロールの先細り研削とを交互に配置したため、被圧延材の幅方向断面における板厚分布をほぼ左右かつ上下対称にでき被圧延材の安定通板を達成できオフセンター（ $x_2 \neq x_1$ ）を回避するためである。また板幅中央に向かつてシフト移動される側のロール端部に接触圧力が集中するのを緩和するためでもある。

（実施例）

35 実施例 1

タンデム冷間圧延機の最終スタンドに第1図に示した構成の圧延機（ワークロール：400mmφ、中間ロール：500mmφ、補強ロール：1350mmφ、各ロール胴長：1420mm）を用い、板厚2.3mm、幅1000mmの中炭素材に最終板厚0.40mmとなる圧延を施した。最終スタンド入側での板厚は0.645mm、入側および出側での張力はそれぞれ16.0、6.0kg/mm、圧延速度は1500m/min、圧延荷重は1300tonとした。

また板状の形状制御でもエッチドロップ制御を目的として、ワークロールおよび中間ロールのシフト量を、被圧延材端部から補強ロール端部までの長さ(210mm)に近い200mmに設定しワークロールの先細り研削域にも被圧延材端部が位置するようにした。

このときの最大線圧は第3図のB₂点での線圧(1.39)となり、シフト移動しない場合($x_1 = 0$)*

表

	偏摩耗*1(mm)	組替えまでの 圧延可能量*2 (ton)
ロールシフトなし	0.120-0.080=0.040	250
ロールシフト有 ($x_1=x_2=200$)	0.105-0.085=0.020	350

*1:(第1図のB点又はD点での径摩耗)-(ロールの平均径摩耗)

*2:偏摩耗が0.15mmに至るまでの圧延量

表1から明らかなように、ロールシフトを行うとロール寿命を約1.4倍に延長できることがわかった。

実施例 2

実施例1と同様の条件にて、シフト量 $x_1=x_2=200$ mmに設定した状態からワークロールのみをサイクリックシフトさせて圧延を行なった。ワークロールのサイクリックシフトは実質的にはワークロールを所定シフト範囲で循環移動させることで、シフト量 $x_1:97\sim 210$ mmの範囲で非圧延材の圧延長1000mmに対して5mmのシフト移動を行なった。

ワークロールのシフト範囲は、ワークロールと*

表

シフト移動範囲	偏摩耗(mm)	組替えまでの圧延可能量	幅もどり可能量
制限有	0.115-0.095=0.020	340ton	80(mm)
制限無	0.110-0.090=0.020	270ton	84(mm)

サイクリックシフトを行うとロールの偏摩耗を抑制でき、とくにヘルツ圧力限界を設定したものは圧延可能量の増加が著しかった。

これはサイクリックシフトによりロールの摩耗の均一化を促進できることを示し、ロール寿命の延長とともに、いわゆる幅もどり圧延(例えば狭幅材から広幅材に戻る圧延)が可能となり、圧延

*がA₂点での線圧(1.56)であるのに比し、約10%の線圧軽減を図れ、また圧力分布もフラットになるため、局部摩耗が減少しワークロールおよび中間ロールの組替えまでの寿命を延ばすことができた。

また同様の条件で被圧延材を200ton圧延した後のロール摩耗について、表1に示す。

1

20*中間ロール間の最大ヘルツ圧力をロール疲労限の210kg/mm²以下に制限するために、 $P/(F/B_R) \approx 1.5$ から第3図に示した線圧が1.5以下となる範囲、すなわちシフト量 $x_1:97\sim 210$ mmに規定した。

25 またヘルツ圧力限界を考慮せずにシフト量 $x_1:0\sim 210$ mmの範囲でサイクリックシフトさせた圧延も行なった。

それぞれの圧延を圧延量200tonまで行なった後のロールの偏摩耗、圧延可能量および幅もどり可能量を表2に示す。なお偏摩耗および圧延可能量の定義は、表1と同様である。

2

スケジュールの自由度を広げることができた。

また幅もどり量はほぼ同等であるが、シフト量の比はそれぞれ80mm/113mm ≈ 0.7 、84mm/210mm ≈ 0.4 とシフト量を制限したものの効率が高いことがわかった。

なお上記実施例は冷間圧延での例を示したが、熱間圧延にも同様に適用可能である。

11

12

(発明の効果)

以上述べたように、この発明はロール間の接触圧力の軽減および分布の均一化によつて圧延工程中のロール摩耗を均一化できるため、圧延量の増加、ロール原単位の向上を図り得る。

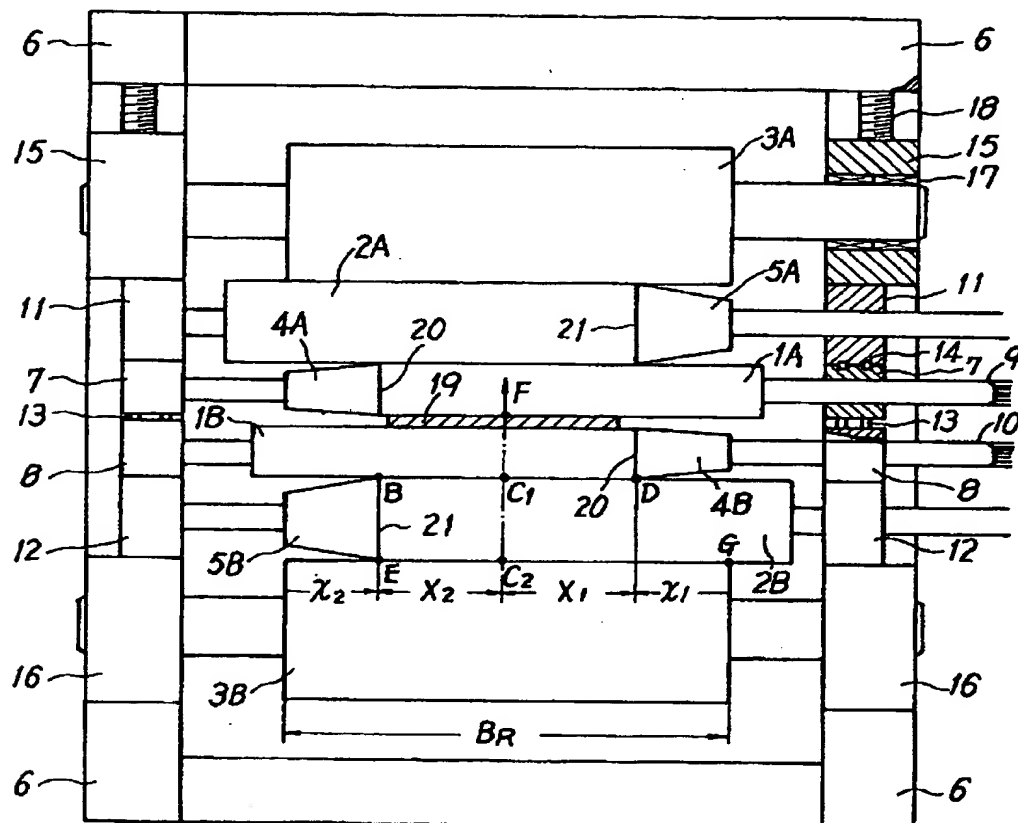
図面の簡単な説明

第1図は6段圧延機の説明図、第2図はシフト

率と線圧の関係を示すグラフ、第3図はシフト量と線圧の関係を示すグラフ、である。

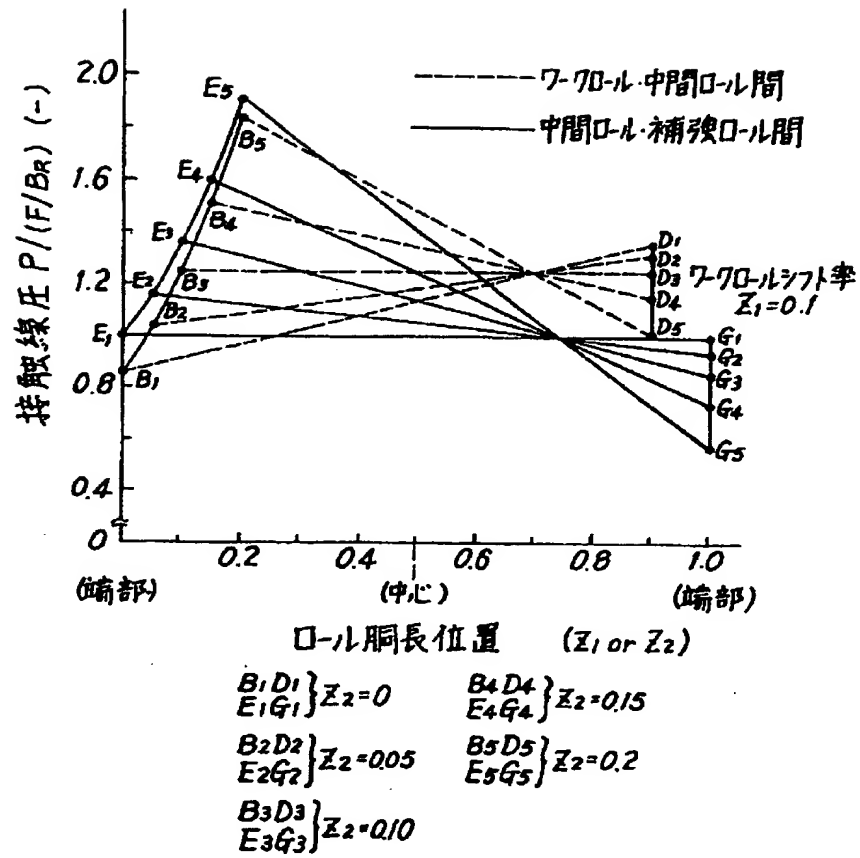
1A, 1B……ワークロール、2A, 2B……中間ロール、3A, 3B……補強ロール、4, 5……先細り切削部、19……非圧延材。

第1図



- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1A, 1B……ワークロール | 11, 12……中間ロール用ベアリングキャップ |
| 2A, 2B……中間ロール | 13……バランスマニピュレータ用ロールベンド装置 |
| 3A, 3B……補強ロール | 14……デクリップ用のロールベンド装置 |
| 4, 5……先細り切削部 | 15, 16……補強ロール用ベアリングキャップ |
| 6……ミルハウジング | 17……ベアリング |
| 7, 8……ワークロール用ベアリングキャップ | 18……圧下スクリーン |
| 9, 10……スピンドル | |

第2図



第3図

